

(別紙様式10)

2020年度 北極域研究共同推進拠点 共同研究等報告書

【申請区分】: 萌芽的異分野連携共同研究 共同推進研究
 産学官連携フュージビリティ・スタディ
 共同研究集会 産学官連携課題設定集会

【研究課題名】: 氷海構造物設計指針 ISO19906 と凍土工学に関する研究集会

【研究期間】: 2020 年度～2021 年度

【共同研究員】

共同研究員	氏名	所属・職名	専門分野	区分
研究代表者 (拠点外)	中澤直樹	システム工学研究所(株) 取締役社長	氷工学	
研究分担者 (拠点外) (注2)	赤川 敏	低温圏工学研究所 代表	凍土工学	
	竹内貴弘	八戸工業大学 教授	水理学	
	木岡信治	(国研)寒地土木研究所 主任研究員	寒地工学	
	蟹江俊仁	北海道大学大学院工学研究科 教授	凍土・氷工学	
	松尾優子	苫小牧工業高等専門学校 准教授	寒冷地構造物	
	寺島貴志	(株)クマシロシステム設計 専務取締役	氷工学	
	吉田 輝	鹿島建設(株) 技術研究所 部長	凍土工学	
	伊豆田久雄	(株)精研 常務取締役	凍土工学	
	小椋 浩	(株)精研 凍結本部技術部長	凍土工学	
	大石雅人	(株)精研 企画開発部	凍土工学	
	所 哲也	北海学園大学 工学部 准教授	凍土工学	
	相馬 啓	ケミカルグラウト(株) 地盤改良部	凍土工学	
	曾根敏雄	北海道大学低温科学研究所 助教	凍土学	
研究分担者 (拠点内)	兒玉裕二	国立極地研究所 JCAR 事務局長	氷海観測	

(注2) 拠点内外については、募集要項別添の北極域研究共同推進拠点を形成する3研究施設の研究者リストをご覧ください。

(注3) 計画申請書に含まれていなかった方でも結果的に本共同研究に参画された方(招へい者等)が居られれば、研究協力者として記述して下さい。

【研究の内容】

(1) 概要を400字以内(文字のみ)で記載してください。

北極域での資源開発、海水や凍土の融解に伴う極域の気象変動に対応するためには、氷と構造物の相互作用や凍土融解に対する工学的なアプローチが必要であり、これらに関する最新の知見の吸収と継承、および人材の育成が望まれる。

2019年7月に「石油及び天然ガスの掘削・生産及び貯蔵用の氷海構造物の国際設計標準

ISO19906 の改訂版(初版は 2010 年)が発刊された。研究代表者は日本委員として改訂作業に参加した。2019 年中に改訂版に関する多くの論文が公開されたことから、文献を元に 2020 年度は改訂内容の理解を深める。凍土工学については、今後 10 数年にわたって進められると国内公共工事(東京外かく環状道路)における地盤凍結工法の技術情報、地盤の凍結融解機構、凍上対策などに関する技術情報の共有を進める。当初予定したアラスカ大学フェアバンクス校との凍土セミナーは、COVID-19 の影響により今年度も開催できなかった。

(2) 図表や写真も交えて、研究の内容や成果等を 2000 字程度でまとめてください。

本研究集会では、海氷と凍土をメインテーマに、研究集会ごとに研究分担者の最新の研究成果のプレゼンテーションを行った。

- ① ISO19906 改訂版の概要 中澤直樹、システム工学研究所(株)
- ② 凍土工学の最近の話題 赤川 敏、低温圏工学研究所
- ③ 永久凍土地帯の凍結・融解に伴う地下水流動と凍結面変動解析 蟹江俊仁、北海道大学
- ④ 地球温暖化対応における凍土工学の活用 伊豆田久雄、小椋 浩、(株)精研
- ⑤ 氷海域における津波研究 木岡信治、(国研)寒地土木研究所
- ⑥ 道路における凍上対策 所 哲也、北海学園大学
- ⑦ 南極半島調査 曾根敏雄、北海道大学
- ⑧ 日本の凍土工学の発展史 赤川 敏、低温圏工学研究所

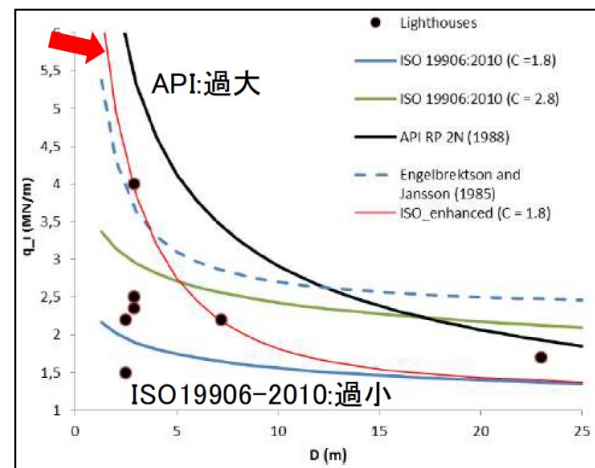
1) ISO19906 改訂のポイント

ISO19906 (2019) では、2010 年版から下記の項目が主に改訂された。

- Global and local ice actions (下図参照)
- Ice-induced vibration
- Strategies for Floating Structures (FPU の増加に伴い)

中でも氷荷重に関しては、2010 年以降の研究を基に、全氷力(global ice force)および氷圧力(ice pressure)の考え方が修正された。下図に改訂版氷荷重の位置を示す。API は過大、ISO19906 (2010) は過小評価の傾向があることから ISO_enhanced (赤線) が加えられた。(上記資料

①参照)



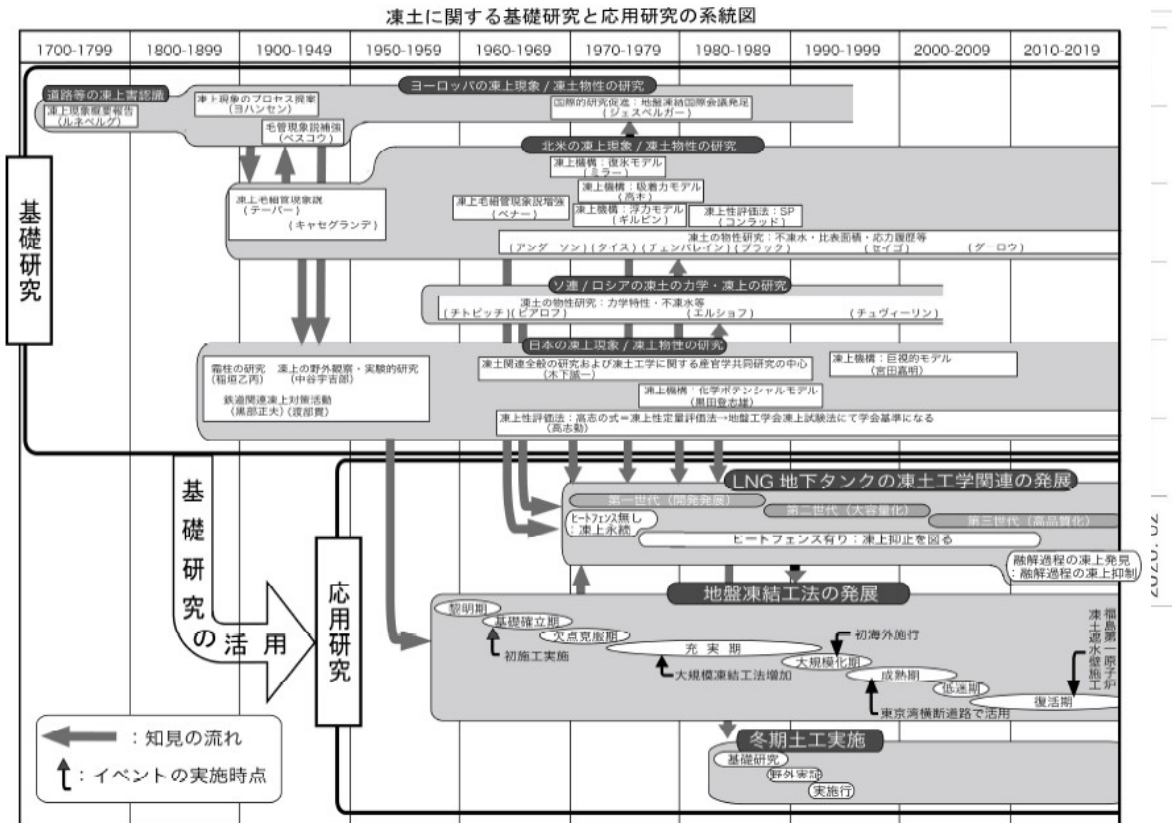
2) 凍土工学発展史

凍土に関する話題が多く提供されたが、国内公共事業における凍結工法、福島原発事故における凍土壁、道路の凍上問題など、凍土に関する工学的研究および施工が行われている。研究分担者である赤川敏博士(国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員)からは、同氏が国立科学博物館で進めている「凍土工学発展の系統化調査」(前出資料⑧参照)の紹介があった。

凍土工学の発展史に関するこのような資料は初めてであり、今後の凍土研究や技術者・研究者の育成に多大な貢献をされると思われる。

3) 地下河川建設における凍土工学

都市での大深度かつ大断面の地下河川では、掘削部出水による陥没事故は許されない。このた



め 100%の地盤改良が可能な凍結工法が有効である。河川・雨水処理関係での凍結工法の適用件数は近年増加しており(右図参照)、凍結工法の 1962 年からの累計件数の 18%を占めるまでになった。これは凍結工法の技術的発展が大きく寄与している。大断面であっても地盤すべての凍結が可能となったこと、大きな凍結膨張への対応として現場の凍結土圧推定値による予測値の検証と改善が可能となったこと、4種類の凍結膨張対策手法の実験、解析、現場検証により最適な膨張対策手法の選定が可能となったことによる。このような日本の大深度・大断面構造物での凍結工法技術は、今後東南アジアの大都市での社会インフラ整備への輸出技術として期待される。(前出資料④参照)

(3) 本共同研究に関する活動・実績等を下表に記入してください。

①研究打合せ、学会参加・集会(注 4)、調査等

(注 4) 研究代表者、共同研究分担者、研究協力者、招へい者によるもの

日程(月日)	日数(日)	活動内容	場所	研究代表者、共同研究分担者、研究協力者、招へい者の参加者名・部署	参加者数(人)
2020.10.21	1	研究会	WEB	中澤直樹、赤川 敏、木岡信治、蟹江俊仁、寺島貴志、吉田 輝、伊豆田久雄、所	10

				哲也、相馬 啓、兒玉裕二	
2020.11.30	1	研究会	WEB	中澤直樹、赤川 敏、木岡信治、蟹江俊仁、寺島貴志、伊豆田久雄、小椋 浩、大石雅人、所 哲也、相馬 啓、曾根敏雄	11
2020.12.26	1	研究会	WEB	中澤直樹、赤川 敏、竹内貴弘、木岡信治、蟹江俊仁、松尾優子、伊豆田久雄、小椋 浩、所 哲也、曾根敏雄、兒玉裕二	11
2021.2.3	1	研究会	WEB	中澤直樹、赤川 敏、蟹江俊仁、吉田輝、小椋 浩、大石雅人、所 哲也、相馬啓、曾根敏雄、兒玉裕二	10
2021.3.12	1	研究会	WEB	中澤直樹、赤川 敏、蟹江俊仁、寺島貴志、伊豆田久雄、小椋 浩、所 哲也、相馬 啓、曾根敏雄、兒玉裕二	10

②研究論文

研究代表者並びに、研究分担者あるいは研究協力者が著者の関連論文がありましたら可能な限り記載ください。

論文が複数ある場合は、そのフォーマットとして論文1の分をコピーして記載してください。

項目	記入要項	回答
(1)著者名(共著者名含む)、発行年、論文タイトル、掲載誌名、巻・号、ページ数、DOI、出版年月日	赤川 敏(2021):「凍土工学発展の系統化調査」、国立科学博物館 産業技術史資料情報センターの技術の系統化調査報告、30巻、pp.1-102。	
(1)著者名(共著者名含む)、発行年、論文タイトル、掲載誌名、巻・号、ページ数、DOI、出版年月日	Satoshi Akagawa, “Artificially Frozen Ground and Related Engineering Technology in Japan,” <i>Journal of Science in Cold and Arid Regions, 12th ICOP Special Issue. In press. Will be published in 2021.</i>	
(1)著者名(共著者名含む)、発行年、論文タイトル、掲載誌名、巻・号、ページ数、DOI、出版年月日	赤川 敏(2020):「凍土工学のこれまでと今後」、地盤工学会誌、Vol.68, No. 9, Ser. No.752, pp.29-32.	

③研究書等著書 なし

著書名・著者名	出版年月	出版社名

④特許等出願 **なし**

特許、実用新案、商標	

⑤研究発表(資料添付も可) **なし**

発表年月日	発表者名(共著者を含む)	発表タイトル	発表学会等名称	発表地	招待講演 (○)

⑥国際シンポジウム等(資料添付も可) **なし**

参加をした主な国際シンポジウム等		
開催時期(年月)	国際シンポジウム等名称	招待講演/議長の有無

⑦本共同研究に関し実施(主催、共催、後援等)したシンポジウム・集会(注6)等(資料添付も可) **なし**
(注6) 研究代表者、共同研究分担者、研究協力者、招へい者以外を含む参加募集によるもの

開催日	実施地 (国、県、市など)	形態 (注7)	シンポジウム・集会等名称	目的及び概要	対象者 (注7)	参加人数 (海外(注8))

(注7)

形態:シンポジウム、セミナー、公開講座、ワークショップ、その他

対象:一般、地域、学生、研究者

(注8) 海外機関に所属するもの

⑧本拠点共同研究に係る成果が科学研究費などの外部資金の応募(予定を含む)やプロジェクトに発展した例があればご記入ください。 **なし**

・プロジェクト名 ・代表者・関係者(所属) ・関係研究者 ・予定の場合は、(予定)と記載してください	・プロジェクトの主な財源 ・金額	プロジェクト期間	・プロジェクト概要 (目的・期待効果、規模、参加国等) ・これまでの本共同研究との関連性

			(300 字程度)

⑨研究成果が一般社会産業界などに還元(応用)された事例や新しい研究分野の開拓や教育活動に反映された事例(資料添付も可) **なし**

⑩その他国際研究協力活動事例 **なし**

事業名	概要	受入人数	派遣人数

⑪学会賞等受賞、アウトリーチ、取材、その他 **なし**

年月日	所在・出典・新聞名等	受賞者・関係者(所属)	研究課題名・賞名・内容等

記事コピー等を添付してください。

⑫コロナ禍の影響と対策

本共同研究へのコロナ禍の影響と対策(改善・代替策、計画変更、工夫等)、助成金執行率(%)について記述してください。

影響の事象	対策の有無と内容 (計画変更・中止、改善・代替策、工夫等)
研究集会の開催	一箇所に集まっていた集会が難しくなったため、WEBによる集会(計5回)を開催した。
研究発表および研究論文	発表の機会であるシンポジウムが中止された。